



Optimalisasi Sumber Daya Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a Kecamatan Morowali Utara, Kabupaten Morowali Utara

Meylisa E. Balirante^{#a}, Ariestides K. T. Dundu^{#b}, Grace Y. Malingkas^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ameylisabalirante05@gmail.com, ^btorry@unsrat.ac.id, ^cgracemalingkas@unsrat.ac.id

Abstrak

Proyek konstruksi terdiri dari serangkaian kegiatan yang saling terkait satu sama lain yang dibatasi oleh dimensi waktu dan alokasi sumber dana tertentu. Oleh karena itu perencanaan penjadwalan proyek konstruksi sangat penting untuk memberikan informasi mengenai rencana urutan pekerjaan, durasi dari semua jenis pekerjaan yang dibutuhkan, serta waktu akhir penyelesaian proyek dalam rangka menyelesaikan suatu proyek sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan memperhitungkan keterbatasan sumber daya yang ada. Pada pelaksanaan suatu proyek sering terdapat fluktuasi biaya pelaksanaan proyek serta biaya pelaksanaan untuk minggu tertentu yang cukup besar, untuk memberikan penyesuaian biaya yang lebih stabil kepada pihak kontraktor maka diperlukan perataan sumber daya biaya. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan perbandingan hasil analisa penjadwalan sebelum dan sesudah perataan dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan aplikasi *Microsoft Project*. perbandingan biaya maksimum mingguan dan rentang selisih biaya pelaksanaan proyek untuk minggu yang saling berdekatan. Berdasarkan hasil penjadwalan kurva s dapat diketahui biaya pelaksanaan proyek untuk setiap minggu oleh karena itu perataan sumber daya biaya didasari dari penyesuaian penjadwalan proyek.

Kata kunci: Metode PDM, perataan sumber daya biaya, Microsoft Project

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Proyek peningkatan jalan sebagai proyek konstruksi terdiri dari rangkaian kegiatan yang berkaitan satu sama lain yang mempunyai dimensi waktu terbatas (Prince, 2023). Sehingga diperlukan perencanaan penjadwalan proyek konstruksi yang memuat rencana pengurutan kerja dari semua jenis pekerjaan yang dibutuhkan dalam sebuah proyek dan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan tiap-tiap pekerjaan, dalam rangka menyelesaikan suatu proyek secara optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada.

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen, 2009). Rencana waktu kegiatan akan berpengaruh pada pengeluaran untuk biaya pelaksanaan proyek dan juga akan berpengaruh pada penerimaan pembayaran dari pemilik proyek. Pemerataan sumber daya biaya dilakukan dengan cara penggeseran jadwal pekerjaan dan penambahan durasi pekerjaan yang akan berdampak pada perubahan bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan proyek. Perataan biaya yang dimaksudkan adalah peningkatan biaya di awal proyek kemudian mengalami penurunan pada akhir proyek sehingga lewat perataan sumber daya biaya maka pihak pelaksana proyek dapat menghindari fluktuasi biaya, meminimalisir biaya maksimum proyek pada minggu tertentu, serta meminimalisir selisih biaya pelaksanaan proyek antar minggu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan penjadwalan sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya dengan metode PDM menggunakan aplikasi *Microsoft Project* pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a?
2. Bagaimana perbandingan rentang selisih bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan untuk minggu yang saling berdekatan sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a?
3. Berapa besar perbedaan bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan maksimum dan minimum sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam skripsi mencakup:

1. Penjadwalan proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan aplikasi *Microsoft Project*.
2. Perataan sumber daya hanya mencakup bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan penjadwalan sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya dengan metode PDM menggunakan aplikasi *Microsoft Project* pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a.
2. Untuk mengetahui perbandingan rentang selisih bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan untuk minggu yang saling berdekatan sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a.
3. Untuk mengetahui perbedaan bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan maksimum dan minimum sebelum dan sesudah perataan sumber daya biaya pada proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penyusunan dan penulisan penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat, diantaranya:

1. Memberikan pemahaman bagaimana melakukan penjadwalan proyek dengan metode PDM berbasis aplikasi *Microsoft Project*.
2. Memberikan referensi kepada kontraktor dalam penggunaan sumber daya biaya yang lebih stabil lewat pemerataan sumber daya biaya pada sebuah proyek.
3. Memberikan pengetahuan bagi pembaca yang dapat dijadikan bahan referensi untuk melakukan penelitian sejenis.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Kec. Mori Utara, Kab. Morowali Utara, Prov. Sulawesi Tengah.

2.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder, data yang diambil berupa Kurva S dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

2.3 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini.

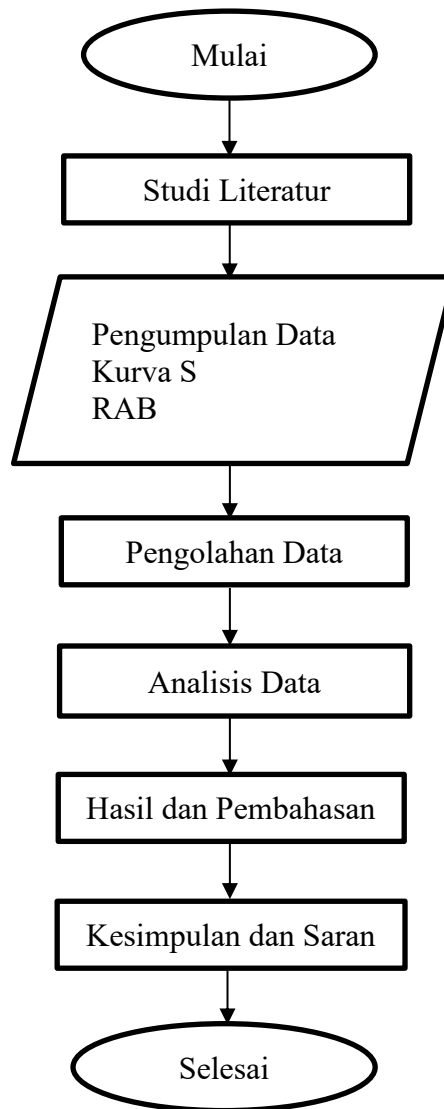
- a. Studi literatur
Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari literatur dan melakukan peninjauan dari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas.
- b. Pengambilan data sekunder
Data yang diambil berupa Kurva S dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- c. Pengolahan Data
Berdasarkan data yang telah didapatkan kemudian dilakukan pengolahan. Langkah-langkah pengolahan data dalam penelitian ini sebagai berikut.
 1. Membuat daftar kegiatan dan durasi kegiatan
 2. Menentukan hubungan antar kegiatan
 3. Membuat penjadwalan proyek dengan metode PDM
 Pada tahap ini dilakukan pengolahan data menggunakan teknik penjadwalan dengan metode PDM. Parameter dari metode ini adalah: RAB (Rencana Anggaran Biaya) dan Jadwal Proyek (Kurva S)
- d. Analisis Data
Pada tahap ini dilakukan analisis data dengan memasukkan data hasil pengolahan ke dalam program *Microsoft Project* untuk menentukan kegiatan kritis dan non kritis dari proyek yang diteliti, kemudian dilakukan perhitungan biaya pelaksanaan proyek setiap minggu berdasarkan penjadwalan kurva S, yang dimodelkan dalam bentuk grafik. Setelah itu dilakukan perataan sumber daya biaya dengan memindahkan/menggeser waktu pekerjaan berdasarkan hasil penjadwalan kurva S ke minggu yang berbeda dan perubahan durasi pekerjaan- pekerjaan pada proyek dengan tujuan untuk mencapai perataan sumber daya biaya dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Kemudian dilakukan perhitungan biaya pelaksanaan proyek setelah dilakukan perataan sumber daya biaya yang dimodelkan dalam bentuk grafik
- e. Hasil dan Pembahasan
Pada tahap ini dilakukan pembahasan mengenai hasil setelah dilakukan pemerataan sumber daya biaya dan grafik perbandingan sumber daya biaya sebelum dan sesudah pemerataan
- f. Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian dan saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

2.4 Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Pustaka

3.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan) yang mempunyai dimensi waktu terbatas dengan alokasi sumber dana tertentu, guna mewujudkan suatu gagasan dan mendapatkan tujuan tertentu, setelah gagasan tersebut layak untuk dilaksanakan (Mulyani, 2006). Secara umum pengertian dari proyek adalah suatu kegiatan pekerjaan yang saling berhubungan secara berantai untuk mencapai satu atau beberapa tujuan dengan kendala waktu, biaya dan mutu.

3.2 Perencanaan Proyek

Berdasarkan fungsi manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi lain seperti pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengawasan. Jadwal adalah Penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan yang telah dimasukkan faktor waktu untuk mencapai sasaran. Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya (Soeharto, 1995).

Secara umum dapat dikatakan bahwa penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka

penyelesaian proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Penjadwalan meliputi pengurutan dan pembagian waktu untuk seluruh kegiatan/pekerjaan yang dilakukan.

3.3 *Microsoft Project*

Secara *Microsoft project* adalah suatu paket program sistem perencanaan suatu proyek. Dengan bantuan program ini seseorang pimpinan proyek akan dengan mudah dalam menentukan jadwal suatu pelaksanaan proyek secara detail dan jelas dalam sebuah pekerjaan. *Microsoft Project* diharapkan dapat mempermudah pelaksanaan konstruksi ini sesuai dengan penjadwalan yang sudah ditentukan dalam proses penyelesaian proyek tersebut. *Microsoft Project* dapat menampilkan lintasan kritis, pekerjaan yang harus segera dilaksanakan dan diselesaikan sesuai jadwal untuk menghindari terjadinya keterlambatan dalam proses pelaksanaan proyek. Dengan begitu, aplikasi *Microsoft Project* tentunya dapat membantu penjadwalan proyek konstruksi.

3.4 *Perataan Sumber Daya Biaya*

Perataan sumber daya biaya perlu dilakukan agar pengeluaran biaya pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih stabil dan merata. Pemerataan sumber daya dilakukan dengan cara penggeseran jadwal pekerjaan yang akan berdampak pada perubahan bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan proyek karena durasi pekerjaan dan waktu mulai pekerjaan akan berpengaruh pada bobot pekerjaan dan biaya pelaksanaan proyek. Perataan biaya yang dimaksudkan adalah peningkatan biaya di awal proyek kemudian mengalami penurunan sampai akhir proyek sehingga lewat perataan sumber daya biaya maka pihak pelaksana proyek dapat menghindari fluktuasi biaya.

Upaya perataan sumber daya biaya dilakukan untuk menghindari bobot kumulatif mingguan yang terlalu besar, menghindari fluktuasi biaya, serta memberikan penyesuaian dimana pada awal proyek mengalami kenaikan bobot pekerjaan dan pada akhir proyek mengalami penurunan. Oleh karena itu perataan sumber daya biaya ini berguna bagi pihak kontraktor untuk memberikan penyesuaian biaya pelaksanaan proyek yang lebih stabil dan rata.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 *Data Proyek*

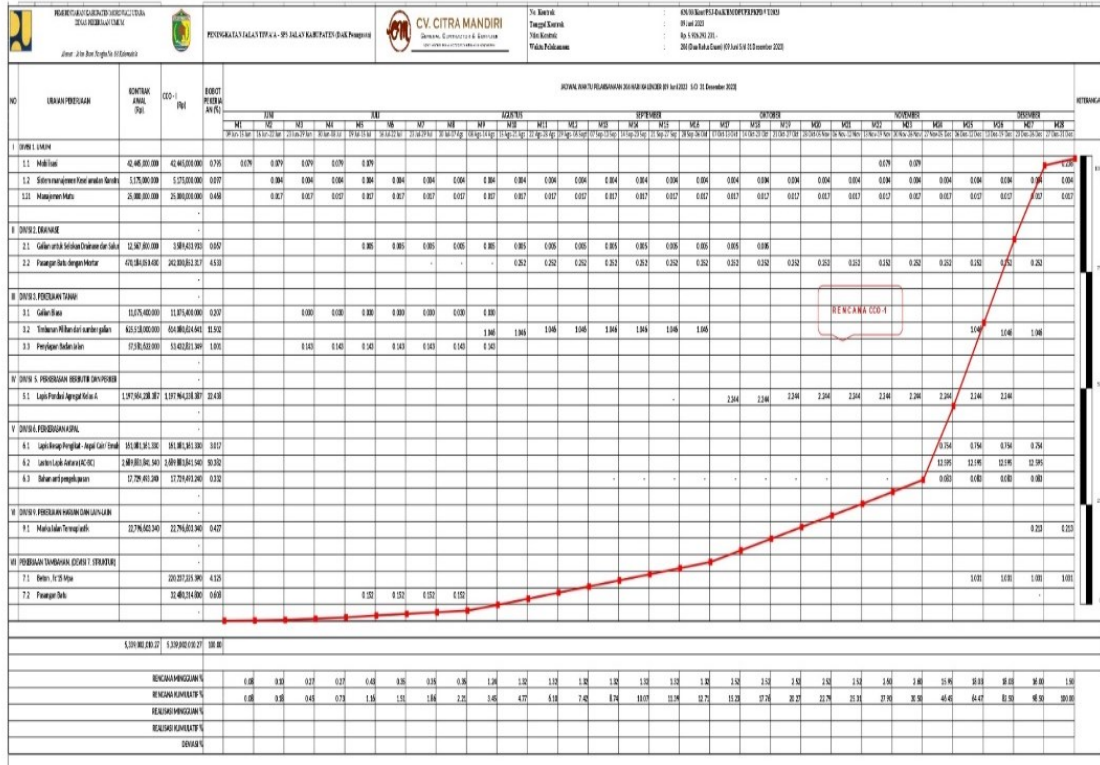
Data Proyek memberikan informasi angka dan kata-kata yang bersifat akurat tentang pelaksanaan suatu proyek. Data umum proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a adalah sebagai berikut:

Nama Proyek : Peningkatan Jalan Tiwa'a – SP3 Jalan Kabupaten (DAK Penugasan)
 Lokasi Proyek : Kecamatan Mori Utara
 Tanggal Kontrak : 9 Juni 2023
 Pelaksana : CV. CITRA MANDIRI
 Waktu Pelaksanaan : 206 (Dua Ratus Enam) (9 Juni - 31 Desember 2023)
 Tahun Anggaran : 2023

Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek. Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal.

4.2 *Analisis Penjadwalan Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a*

Analisis Penjadwalan menggunakan metode PDM bertujuan untuk mengetahui kegiatan kritis, non-kritis, serta *float time* yang tersedia pada proyek tersebut. Daftar kegiatan diperoleh dari susunan kegiatan yang tertera pada kurva s proyek, sedangkan perhitungan durasi kegiatan dilakukan dengan melihat tanggal mulai dan tanggal selesai masing-masing pekerjaan. Penjadwalan proyek terdiri dari berbagai kegiatan yang berkaitan atau berhubungan satu sama lain, penentuan hubungan antara kegiatan dilakukan dengan mengkaji *time schedule* proyek dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).



Gambar 3.. Kurva S Proyek

Tabel 1. Hubungan Logis Kegiatan

NO	URAIAN PEKERJAAN	CONSTRAINT
1	Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a	
2	Divisi 1 Umum	
3	Mobilisasi 1	
4	Mobilisasi 2	FS (3-4) = + 99
5	Mobilisasi 3	FF (23-5) = 0
6	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	SS (3-6) = + 6
7	Manajemen Mutu	SS (3-7) = + 6
8	Divisi 2 Drainase	
9	Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	SS (12-9) = + 13
10	Pasangan Batu Dengan Mortar	SS (9-10) = + 30
11	Divisi 3 Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	
12	Galian Biasa	SS (3-12) = + 12
13	Penyiapan Badan Jalan	SS (12-13) = 0
14	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1	FS (13-14) = - 6
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2	FS (14-15) = + 51
16	Divisi 4 Pekerjaan Berbutir	
17	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	FS (14-17) = 0
18	Divisi 5 Perkerasan Aspal	
19	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	FS (17-19) = - 20
20	Laston Lapis Antara (AC-BC)	SS (19-20) = 0
21	Bahan Anti Pengelupasan	SS (20-21) = 0
22	Divisi 9 Pekerjaan Harian dan Lain-Lain	
23	Marka Jalan Termoplastik	FS (21-23) = - 4
24	Divisi 7 Struktur	

Berdasarkan durasi dan konstrain antar kegiatan yang diperoleh maka data tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi *Microsoft Project*. Data yang dimasukkan yaitu waktu mulai proyek, durasi pada masing masing pekerjaan, serta *constraint*. Hasil analisis dengan *Microsoft Project* ditampilkan pada Gambar 4.

4.3 Analisis Sumber Daya Biaya Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a

Berdasarkan data Kurva S dapat diketahui biaya yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek per satuan waktu dalam hal ini proyek peningkatan Jalan Tiwa'a menggunakan satuan minggu. Grafik bobot pekerjaan sebelum perataan sumber daya biaya ditampilkan pada Gambar 5.

Task Mode	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
1	Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
2	Umum	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
3	Mobilisasi 1	Fri 6/9/23	Sat 7/15/23	Fri 6/9/23	Sat 7/15/23	0 days	0 days
4	Mobilisasi 2	Mon 11/13/23	Sat 11/25/23	Mon 11/13/23	Sat 11/25/23	0 days	0 days
5	Mobilisasi 3	Wed 12/27/23	Sat 12/30/23	Wed 12/27/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
6	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
7	Manajemen Mutu	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
8	Drainase	Mon 7/10/23	Sat 12/23/23	Fri 7/14/23	Sat 12/30/23	4 days	4 days
9	Galian Untuk Selokan Drainase dan Sakran Air	Mon 7/10/23	Fri 10/20/23	Fri 7/14/23	Wed 10/25/23	0 days	4 days
10	Pasangan Batu Dengan Mortar	Tue 8/15/23	Sat 12/23/23	Mon 8/21/23	Sat 12/30/23	4 days	4 days
11	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	Fri 6/23/23	Sat 12/23/23	Fri 6/23/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
12	Galian Biasa	Fri 6/23/23	Mon 8/14/23	Fri 6/23/23	Mon 8/14/23	0 days	0 days
13	Penyipan Badan Jalan	Fri 6/23/23	Mon 8/14/23	Fri 6/23/23	Mon 8/14/23	0 days	0 days
14	Timbunan Pihhan dari Sumber Galian 1	Tue 8/8/23	Fri 10/6/23	Tue 8/8/23	Fri 10/6/23	0 days	0 days
15	Timbunan Pihhan dari Sumber Galian 2	Wed 12/6/23	Sat 12/23/23	Wed 12/6/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
16	Pekerjaan Berbutir	Sat 10/7/23	Tue 12/19/23	Sat 10/7/23	Tue 12/19/23	0 days	0 days
17	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Sat 10/7/23	Tue 12/19/23	Sat 10/7/23	Tue 12/19/23	0 days	0 days
18	Perkerasan Aspal	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
19	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
20	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
21	Bahan Anti Pengehapan	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	Mon 11/27/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
22	Pekerjaan Harian & Pekerjaan Lain	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
23	Marka Jalan Termoplastik	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
24	Struktur	Mon 7/10/23	Sat 12/30/23	Fri 12/1/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
25	Beton fc'15 Mpa	Wed 12/6/23	Sat 12/30/23	Wed 12/6/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
26	Pasangan Batu	Mon 7/10/23	Mon 8/7/23	Fri 12/1/23	Sat 12/30/23	121 days	121 days

Gambar 4. Hasil Analisis Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project

Tabel 2. Biaya Pelaksanaan Proyek

WAKTU PELAKSANAAN	BOBOT KUMULATIF	BIAYA PELAKSANAAN PROYEK
M1	0,079	4.244.500,00
M2	0,100	5.362.092,59
M3	0,273	14.577.552,79
M4	0,273	14.577.552,79
M5	0,430	22.954.019,62
M6	0,350	18.709.519,62
M7	0,350	18.709.519,62
M8	0,350	18.709.519,62
M9	1,244	66.414.952,25
M10	1,323	70.645.650,52
M11	1,323	70.645.650,52
M12	1,323	70.645.650,52
M13	1,323	70.645.650,52
M14	1,323	70.645.650,52
M15	1,323	70.645.650,52
M16	1,323	70.645.650,52
M17	2,521	134.616.563,03
M18	2,521	134.616.563,03
M19	2,517	134.360.174,89
M20	2,517	134.360.174,89
M21	2,517	134.360.174,89
M22	2,596	138.604.674,89
M23	2,596	138.604.674,89
M24	15,949	851.533.798,92
M25	18,026	962.418.616,60
M26	18,026	962.418.616,60
M27	15,996	854.020.494,43
M28	1,504	80.308.700,61
TOTAL	100	5.339.002.010,27



Gambar 5. Grafik Bobot Pekerjaan Proyek

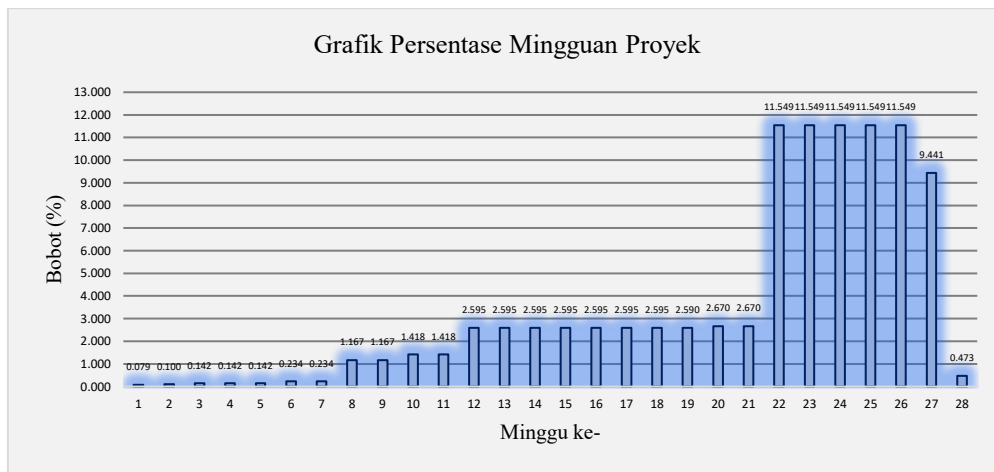
4.4 Perataan Sumber Daya Biaya

Perataan sumber daya biaya dilakukan dalam empat kali percobaan. Pada percobaan keempat dilakukan perataan sumber daya biaya dilakukan dengan pergeseran waktu mulai pada pekerjaan Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi, Laston Lapis Antara (AC-BC), Bahan Anti Pengelupasan. Setelah itu dilakukan pergeseran waktu dan perubahan durasi pekerjaan yang lain menyesuaikan dengan hubungan logis atau hubungan ketergantungan antar kegiatan. Berdasarkan data bobot kumulatif yang didapatkan setelah dilakukan empat kali percobaan perataan biaya. Maka dapat dilakukan perhitungan biaya pelaksanaan proyek untuk setiap minggu, hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Pelaksanaan Proyek Setelah Perataan

WAKTU PELAKSANAAN	BOBOT KUMULATIF MINGGUAN	BIAYA PELAKSANAAN PROYEK
M1	0,079	4.244.500,00
M2	0,100	5.362.092,59
M3	0,142	7.577.172,59
M4	0,142	7.577.172,59
M5	0,142	7.577.172,59
M6	0,234	12.514.253,12
M7	0,234	12.514.253,12
M8	1,167	62.282.153,58
M9	1,167	62.282.153,58
M10	1,418	75.728.312,04
M11	1,418	75.728.312,04
M12	2,595	138.567.045,68
M13	2,595	138.567.045,68
M14	2,595	138.567.045,68
M15	2,595	138.567.045,68
M16	2,595	138.567.045,68
M17	2,595	138.567.045,68
M18	2,595	138.567.045,68
M19	2,590	138.290.935,37
M20	2,670	142.535.435,37
M21	2,670	142.535.435,37
M22	11,549	616.591.228,04
M23	11,549	616.591.228,04
M24	11,549	616.591.228,04
M25	11,549	616.591.228,04
M26	11,549	616.591.228,04
M27	9,441	504.077.802,08
M28	0,473	25.249.394,26
TOTAL	100	5.339.002.010,27

Berikut grafik bobot pekerjaan setelah perataan sumber daya biaya pada percobaan keempat.



Gambar 6. Grafik Bobot Pekerjaan Proyek Setelah Perataan (Percobaan 4)

4.5 Analisis Penjadwalan Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a Setelah Perataan

Setelah perataan sumber daya biaya terdapat beberapa perubahan dalam penjadwalan proyek hal ini diakibatkan oleh pergeseran jadwal dan perubahan durasi pada pekerjaan-pekerjaan yang ada, sehingga diperoleh penjadwalan proyek yang baru berdasarkan perataan sumber daya biaya pada percobaan keempat. Penjadwalan proyek terdiri dari berbagai kegiatan yang berkaitan atau berhubungan satu sama lain, penentuan hubungan antara kegiatan dilakukan dengan mengkaji *time schedule* proyek dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).

Tabel 4. Hubungan Logis Kegiatan Setelah Perataan

NO	URAIAN PEKERJAAN	CONSTRAINT
1	Proyek Peningkatan Jalan Tiwa'a	
2	Divisi 1 Umum	
3	Mobilisasi 1	
4	Mobilisasi 2	FS (3-4) = + 86
5	Mobilisasi 3	FF (22-5) = 0
6	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	SS (3-6) = + 6
7	Manajemen Mutu	SS (3-7) = + 6
8	Divisi 2 Drainase	
9	Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	SS (12-9) = + 19
10	Pasangan Batu Dengan Mortar	SS (9-10) = + 24
11	Divisi 3 Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	
12	Galian Biasa	SS (3-12) = + 12
13	Penyiapan Badan Jalan	FS (12-13) = - 11
14	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	SS (13-14) = + 11
15	Divisi 4 Pekerjaan Berbutir	
16	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	SS (14-16) = + 24
17	Divisi 5 Perkerasan Aspal	
18	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	FS (4-18) = 0 FS (16-18) = - 32
19	Laston Lapis Antara (AC-BC)	SS (18-19) = 0
20	Bahan Anti Pengelupasan	SS (19-20) = 0
21	Divisi 9 Pekerjaan Harian dan Lain-Lain	
22	Marka Jalan Termoplastik	FS (20-22) = - 4
23	Divisi 7 Struktur	
24	Beton fc'15 Mpa	FS (14-24) = 0
25	Pasangan Batu	FS (3-25) = + 11

Berdasarkan durasi dan konstrain antar kegiatan yang diperoleh setelah perataan maka data tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi *Microsoft Project*. Hasil analisis dengan *Microsoft Project* ditunjukkan pada Gambar 7.

Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
1 • Proyek Peningkatan Jalan Tirta'a	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
2 • Umum	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	Fri 6/9/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
3 Mobilisasi 1	Fri 6/9/23	Sat 7/15/23	Fri 6/9/23	Sat 7/15/23	0 days	0 days
4 Mobilisasi 2	Sat 10/28/23	Sat 11/11/23	Sat 10/28/23	Sat 11/11/23	0 days	0 days
5 Mobilisasi 3	Wed 12/27/23	Sat 12/30/23	Wed 12/27/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
6 Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
7 Manajemen Mutu	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	Fri 6/16/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
8 Drainase	Mon 7/17/23	Sat 12/23/23	Sat 7/22/23	Sat 12/30/23	4 days	4 days
9 Galian Untuk Selokan Drainase dan Sahran Air	Mon 7/17/23	Fri 10/20/23	Sat 7/22/23	Wed 10/25/23	0 days	4 days
10 Pasangan Batu Dengan Mortar	Tue 8/15/23	Sat 12/23/23	Mon 8/21/23	Sat 12/30/23	4 days	4 days
11 Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	Fri 6/23/23	Sat 11/11/23	Fri 6/23/23	Sat 11/11/23	0 days	0 days
12 Galian Biasa	Fri 6/23/23	Sat 7/29/23	Fri 6/23/23	Sat 7/29/23	0 days	0 days
13 Penyiapan Badan Jalan	Mon 7/17/23	Mon 8/28/23	Mon 7/17/23	Mon 8/28/23	0 days	0 days
14 Timbunan Pihlan dari Sumber Galian	Mon 7/31/23	Sat 11/11/23	Mon 7/31/23	Sat 11/11/23	0 days	0 days
Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
15 Pekerjaan Berbutir	Tue 8/29/23	Tue 12/19/23	Tue 8/29/23	Tue 12/19/23	0 days	0 days
16 Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Tue 8/29/23	Tue 12/19/23	Tue 8/29/23	Tue 12/19/23	0 days	0 days
17 Perkerasan Aspal	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
18 Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
19 Laston Lapis Antara (AC-BC)	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
20 Bahan Anti Pengehupasan	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	Mon 11/13/23	Sat 12/23/23	0 days	0 days
21 Pekerjaan Harian & Pekerjaan Lain	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
22 Marka Jalan Termoplastik	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	Wed 12/20/23	Sat 12/30/23	0 days	0 days
23 Struktur	Mon 7/31/23	Tue 12/19/23	Wed 11/22/23	Sat 12/30/23	8 days	8 days
24 Beton fc'15 Mpa	Mon 11/13/23	Tue 12/19/23	Wed 11/22/23	Sat 12/30/23	8 days	8 days
25 Pasangan Batu	Mon 7/31/23	Mon 8/28/23	Fri 12/1/23	Sat 12/30/23	104 days	104 days

Gambar 7. Hasil Analisis Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project Setelah Perataan

4.6 Pembahasan

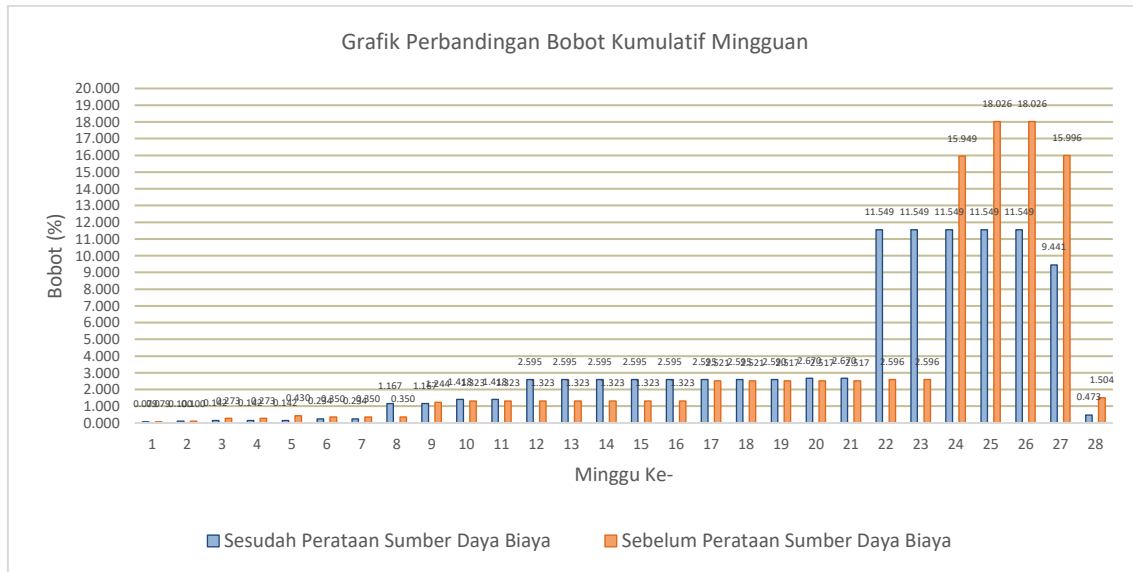
Sebelum dilakukan perataan sumber daya biaya, grafik bobot mingguan proyek mengalami fluktuasi dalam hal ini bobot pada minggu ke-6 sampai minggu ke-8 hanya sebesar 0,350% yang seharusnya mengalami kenaikan bobot dibandingkan minggu ke-5 dengan bobot 0,430%, serta fluktuasi juga terjadi pada minggu ke -19 sampai minggu ke-21 hanya sebesar 2,517% yang seharusnya mengalami kenaikan bobot dibandingkan minggu ke -18 dengan bobot 2.521%. Pada minggu ke-24 sampai minggu ke-27 bobot pekerjaan pada kondisi yang cukup tinggi dibandingkan minggu lainnya padahal pada minggu tersebut sudah mendekati waktu penyelesaian proyek. Maka dari itu perlu dilakukan perataan sumber daya biaya.

Pada penjadwalan proyek sebelum perataan dari pihak kontraktor terdapat 15 pekerjaan kritis dan 3 pekerjaan non kritis, tiga pekerjaan yang merupakan kegiatan non kritis tersebut adalah pekerjaan galian untuk selokan dan drainase air memiliki total *float* 5 hari, pekerjaan pasangan batu dan mortar memiliki *free float* 5 hari dan total *float* 5 hari, serta pekerjaan pasangan batu dengan *free float* 121 hari dan total *float* 121 hari. Sedangkan penjadwalan proyek setelah perataan terdapat 13 pekerjaan kritis dan 4 pekerjaan non kritis, empat pekerjaan yang merupakan kegiatan non kritis tersebut adalah pekerjaan galian untuk selokan dan drainase air memiliki total *float* 4 hari, pekerjaan pasangan batu dan mortar memiliki *free float* 4 hari dan total *float* 4 hari, pekerjaan beton fc'15 MPa memiliki *free float* 8 hari dan total *float* 8 hari, serta pekerjaan pasangan batu dengan *free float* 104 hari dan total float 104 hari.

Sebelum dilakukan perataan, bobot pekerjaan tertinggi terdapat pada minggu ke-25 dan minggu ke-26 dengan bobot sebesar 18,026% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.962.418.616,60. Sedangkan untuk bobot terendah terdapat pada minggu ke-1 dengan bobot sebesar 0,079% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.4.244.500,00. Sedangkan setelah dilakukan perataan diperoleh bobot tertinggi pekerjaan terdapat pada minggu ke-22 sampai minggu ke-26 dengan bobot sebesar 11,549% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.616.591.228,04. Sedangkan untuk bobot terendah terdapat pada minggu ke-1 dengan bobot sebesar 0,079% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.4.244.500,00.

Sebelum dilakukan perataan sumber daya biaya selisih bobot kumulatif mingguan untuk minggu yang saling berdekatan yang terbesar adalah selisih antara minggu ke-27 dan minggu ke-28 yaitu 14,492% dengan selisih bobot kumulatif mingguan yang terkecil yaitu 0,000% artinya rentang selisih bobot kumulatif mingguan sebelum perataan untuk minggu yang saling berdekatan adalah 0,000%-14,492%. Sedangkan setelah dilakukan perataan sumber daya biaya selisih bobot kumulatif mingguan untuk minggu yang saling berdekatan yang terbesar adalah selisih antara minggu ke-27 dan minggu ke-28 yaitu 8,969% dengan selisih bobot kumulatif mingguan yang terkecil yaitu 0,000% artinya rentang selisih bobot kumulatif mingguan setelah perataan untuk

minggu yang saling berdekatan adalah 0,000%-8,969%.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Bobot Kumulatif Mingguan Sebelum dan Sesudah Perataan Sumber Daya Biaya

5. Kesimpulan

Penjadwalan proyek sebelum perataan dari pihak kontraktor terdapat 15 pekerjaan kritis dan 3 pekerjaan non kritis, tiga pekerjaan yang merupakan kegiatan non kritis tersebut adalah pekerjaan galian untuk selokan dan drainase air memiliki total *float* 5 hari, pekerjaan pasangan batu dan mortar memiliki *free float* 5 hari dan total *float* 5 hari, serta pekerjaan pasangan batu dengan *free float* 121 hari dan total *float* 121 hari. Sedangkan penjadwalan proyek setelah perataan terdapat 13 pekerjaan kritis dan 4 pekerjaan non kritis, empat pekerjaan yang merupakan kegiatan non kritis tersebut adalah pekerjaan galian untuk selokan dan drainase air memiliki total *float* 4 hari, pekerjaan pasangan batu dan mortar memiliki *free float* 4 hari dan total *float* 4 hari, pekerjaan beton fc'15 MPa memiliki *free float* 8 hari dan total *float* 8 hari, serta pekerjaan pasangan batu dengan *free float* 104 hari dan total *float* 104 hari.

Sebelum dilakukan perataan sumber daya biaya selisih bobot kumulatif mingguan untuk minggu yang saling berdekatan yang terbesar adalah selisih antara minggu ke-27 dan minggu ke-28 yaitu 14,492% dengan selisih bobot kumulatif mingguan yang terkecil yaitu 0,000% artinya rentang selisih bobot kumulatif mingguan sebelum perataan untuk minggu yang saling berdekatan adalah 0,000%-14,492%. Sedangkan setelah dilakukan perataan sumber daya biaya selisih bobot kumulatif mingguan untuk minggu yang saling berdekatan yang terbesar adalah selisih antara minggu ke-27 dan minggu ke-28 yaitu 8,969% dengan selisih bobot kumulatif mingguan yang terkecil yaitu 0,000% artinya rentang selisih bobot kumulatif mingguan setelah perataan untuk minggu yang saling berdekatan adalah 0,000%-8,969%.

Sebelum perataan bobot tertinggi terdapat pada minggu ke-25 dan minggu ke-26 dengan bobot sebesar 18,026% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.962.418.616,60. Sedangkan setelah dilakukan perataan, bobot tertinggi pekerjaan terdapat pada minggu ke-22 sampai minggu ke-26 dengan bobot sebesar 11,549% yang dalam bentuk biaya setara dengan Rp.616.591.228,04.

Referensi

- Wawan Afdianto, Tisano Tj. Arsjad, Pingkan A. K. Pratisis. "Analisis Konsep Cadangan Waktu Dengan Menggunakan Precedence Diagram Method (PDM) Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Baru Puskesmas Rawat Inap PKM Beteleme", dalam Jurnal Tekno, vol 21, no 84, hal 618-625, ISSN : 0215-9617, Mei 2023.
- Ardentius, A., Hasyim, M. H., & Negara, K. P. (2014) Analisis Perataan Sumber Daya Menggunakan Metode Burgess Dengan Alat Bantu Software Primavera Project Planner Pada Pembangunan Proyek Gedung PT Bank Muamalat Cabang Malang (Doctoral dissertation, Brawijaya University). Widyatmoko, Y. (2008). "Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing Pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok Dengan Aplikasi Program PERTMaster". Tugas Akhir. Universitas

Indonesia. Jakarta.

- Dimiyati, Hamdan dan Nurjaman Kadar, 2014, Manajemen Proyek : CV Pustaka Setia
- Ervianto, W.I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit: Andi, Yogyakarta
- Ervianto, W.I., 2004. Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W.I., (2005), Manajemen Proyek Konstruksi, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta.
- Faisol. 2010. Mata Kuliah Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Herjanto, Eddy. 2003. Manajemen Produksi & Operasi Edisi Kedua. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia (Grasindo)
- Heizer, Jay & Barry. Render. (2006). Manajemen Operasi, Jilid I ; diterjemahkan oleh: Setyoningsih,D., dan Almahdy,I; Edisi tujuh, Jakarta : Salemba Empat.
- Leonardo A. Kalangi, Robert J. M. Mandagi, Deane R. O. Walangitan, “Penerapan Presedence DOAGRAM Method dalam Konstruksi Bangunan (Studi Kasus: Gedung GMIM Syaloom di Karombasan)”, dalam Jurnal Statik, vol. 3, no 1, hal. 49-57, ISSN : 2337-6732, Januari 2015.
- Mulyani, Endang. 2006. Bahan Ajar Manajemen Konstruksi. Pontianak: Fakultas Teknik Untan.
- Prince A. Sepang, Tisano Tj. Arsjad, Grace Y. Malingkas, “Perataan Sumber Daya (Cash Flow) Proyek Konstruksi Menggunakan Aplikasi Microsoft Project Pada Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Ibu Dan Anak Kota Manado”, dalam Jurnal Tekno, vol. 21, no 85, hal. 1738-1745, ISSN : 0215-9617, Juli 2023.
- Soeharto, I. 1995. Manajemen Proyek dari Konseptual sampai dengan Operasional. Erlangga : Jakarta
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Virginia M. Sorongan, Ariestides K.T. Dundu, Jermias Tjakra, “Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado Seksi 2”, dalam Jurnal Tekno, vol. 20, no 81, hal. 399-408, ISSN : 0215-9617, Agustus 2022.